



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월11일

(11) 등록번호 10-1419083

(24) 등록일자 2014년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05F 1/10 (2006.01) H02J 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7010350

(22) 출원일자(국제) 2007년10월16일

심사청구일자 2012년10월16일

(85) 번역문제출일자 2009년05월20일

(65) 공개번호 10-2009-0080095

(43) 공개일자 2009년07월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/081563

(87) 국제공개번호 WO 2008/048980

국제공개일자 2008년04월24일

(30) 우선권주장

11/749,714 2007년05월16일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003208232 A\*

KR1020020093629 A

US06163708 A

US20040075600 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어드밴스드 아날로직 테크놀로지스 인코퍼레이티드

미국 캘리포니아주(우편번호 95054) 산타클라라  
스코트 블러바드 3230

(72) 발명자

소, 존

미국 94555 캘리포니아주 프리몬트 모나코 커먼  
34785

웡, 데이비드 엔 와이

미국 95148 캘리포니아주 산 호세 우즈 코트 2905

(74) 대리인

백만기, 정은진, 양영준

전체 청구항 수 : 총 41 항

심사관 : 김재호

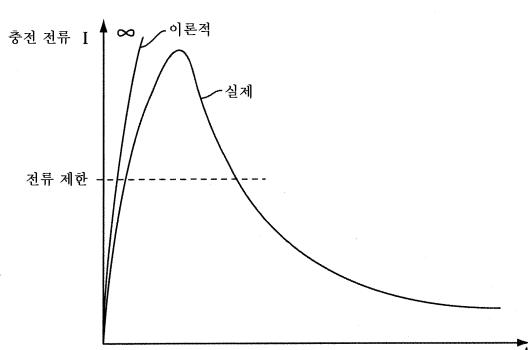
(54) 발명의 명칭 소프트 개시를 이용한 공급 전력 제어

**(57) 요 약**

전하 축적 디바이스들(예를 들면, 배터리 혹은 수퍼캐패시터)은 때때로 충전될 필요가 있다. 장치에서, 전하 축적 디바이스와 이를 충전하는 데에 이용되는 전원을 보호하기 위해, 이 장치는 일반적으로 전력 루프 제어 회로를 포함한다. 전력 루프 제어 회로를 구현하는 방안 중 하나는, 소프트 개시 회로와 결합되는 온도 센서를 채용하여, 충전 전류가 증가할 때 급속하게 증가되는 온도로부터 이 회로를 보호하는 것이다. 소프트 개시 회로는, 전류의 제어된 계단식 증가 및 조절을 가능하게 해준다. 이 방안은, 이러한 증분적 스텝들의 수 및 분해능을 선택하는 것을 가능하게 해주는 것이 바람직하다. 본 발명의 각종 실시예들에서는, 전력 제어를 위한 디바이스들 및 방법들을 포함하며, 충전 전류의 계단식 조절에서 온도를 고려할 수 있다.

**대 표 도 - 도1**

(종래 기술)



(30) 우선권주장

60/853,282 2006년10월21일 미국(US)

60/912,920 2007년04월19일 미국(US)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전력 제어용 디바이스로서,  
충전 전류가 도통하도록 적응된 패스 소자(pass element);  
센서 신호를 생성하도록 적응된 온도 센서; 및  
소프트 개시 제어기 및 소프트 개시 컴포넌트를 포함하는 전력 루프 제어 회로  
를 포함하며,

상기 소프트 개시 제어기는, 상기 온도 센서에 동작가능하게 결합되고(operatively coupled), 상기 패스 소자를 흐르는 상기 충전 전류의 증분적 스텝들(incremental steps)에 대응하는 제어 신호를 생성하도록 적응되며,  
상기 소프트 개시 제어기는 비교기 및 로직 회로를 포함하고, 상기 비교기는, 상기 센서 신호에 응답하여 상기 로직 회로에게 상기 증분적 스텝들을 증가 및 감소시킬 것을 재촉하기 위한 로직 신호를 생성하도록 적응되며,  
상기 로직 회로는, 상기 증분적 스텝들을 증가 및 감소시킬 때 상기 제어 신호를 조정하도록 적응되고,  
상기 소프트 개시 컴포넌트는 상기 제어 신호에 따라 전류 제한까지, 증분적 스텝들로 충전 전류 증가들을 관리하도록 적응되며, 상기 전류 제한은, 상기 패스 소자에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 관련되어 있는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 제어 신호는 하나 이상의 제어 비트를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 3

제2항에 있어서,  
상기 하나 이상의 제어 비트의 수는, 상기 증분적 스텝들의 수와 관련되어 있는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 4

제2항에 있어서,  
상기 하나 이상의 제어 비트의 수는, 상기 소프트 개시 제어기가 상기 충전 전류가 상기 전류 제한에 근접하도록 허용하는 미리 결정된 분해능(resolution)과 관련되어 있는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 로직 회로는 카운터를 포함하며, 상기 비교기는, 상기 카운터에게 카운트 업 및 다운(count up and down)을 행할 것을 재촉하기 위한 UP/DN 신호를 생성하도록 적응되며, 상기 카운터는 카운트 업 및 다운을 행할 때 상기 제어 신호를 조정하도록 적응되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 7

제6항에 있어서,  
상기 소프트 개시 제어기는, 상기 비교기에 동작가능하게 결합되는(operatively coupled) 정전류원을 더 포함하는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제1항에 있어서,

제로 계수 온도 전압 레퍼런스(zero coefficient temperature voltage reference)를 더 포함하며, 상기 비교기는, 상기 온도 센서 및 상기 제로 계수 온도 전압 레퍼런스에 동작가능하게 연결되어 있으며, 그에 응답하여 상기 로직 신호를 생성하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 온도 센서는 서로 직렬로 동작가능하게 결합되어 있는 하나 이상의 온도 감응 엘리먼트를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

각각의 온도 감응 엘리먼트는, 그 절대 온도에 반비례하는 순방향 전압 강하를 가지며, 집합적으로, 상기 온도 감응 엘리먼트들은, 상기 충분적 스텝들 사이에서 상기 충전 전류를 조절함으로써 미리 결정된 온도 레벨을 유지하는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 온도 감응 엘리먼트들은 바이폴라 접합 다이오드, 서미스터(thermistor), 트랜지스터, 혹은 이를 중 하나 이상의 결합을 포함하는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 온도 센서는, 상기 전력 루프 제어 회로 내에, 전체가 혹은 그 일부가 포함되는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 14**

제6항에 있어서,

상기 카운터는, 상한 및 하한 사이에서 카운트 업 및 다운을 행하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 카운터는 또한, 상기 상한에 도달할 경우 카운트 다운만을 행하고 상기 하한에 도달할 경우에 카운트 업만을 행하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

**청구항 16**

제1항에 있어서,

상기 소프트 개시 컴포넌트는, 상기 제어 신호에 응답하여 턴 온(ON) 및 오프(OFF)하도록 적응된 하나 이상의 전류 스위치를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 하나 이상의 전류 스위치는 트랜지스터들을 포함하는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 18

제1항에 있어서,

전류 제한 검출기를 갖는 전류 제한 제어기를 더 포함하고, 상기 전류 제한 제어기는 상기 패스 소자에 동작가능하게 결합되고, 상기 전류 제한을 검출하고 상기 충전 전류를 상기 전류 제한 이하로 제한함으로써 상기 충전 전류를 관리하도록 동작하는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 19

제1항에 있어서,

상기 소프트 개시 제어기, 상기 소프트 개시 컴포넌트, 혹은 이들 양쪽 모두는 마이크로컨트롤러를 이용하여 구현되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 마이크로컨트롤러는, 그 입력에서 아날로그 대 디지털 변환기(ADC)에 동작가능하게 연결되고, 그 출력에서 디지털 대 아날로그 변환기(DAC)에 동작가능하게 연결되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 21

제20항에 있어서,

상기 ADC는 상기 온도 센서에 동작가능하게 결합되며, 상기 DAC는 상기 패스 소자에 동작가능하게 결합되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 22

제1항에 있어서,

상기 전력 루프 제어 회로는, 상기 패스 소자에서 소비되는 전력이 상기 미리 결정된 전력 제한 값을 초과하지 않도록, 상기 충전 전류가 상기 전류 제한에 있거나 혹은 그 근처에 있으면 상기 충전 전류를 조절하도록 적응되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 23

제22항에 있어서,

상기 전력 루프 제어 회로는, 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이들 양쪽 모두에 대한 조절된 충전 전류를 생성하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 24

제1항에 있어서,

상기 패스 소자는, 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT), 접합 전계 효과 트랜지스터(JFET), 금속 산화물 반도체 FET(MOSFET), 및 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터(IGBT)로서 구성된 하나 이상의 트랜지스터를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 25

제1항에 있어서,

집적 회로(IC) 혹은 IC의 기능 블럭으로서 구현되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 26

제25항에 있어서,

상기 IC는 다이 영역들(die areas)로 분할되며, 각각의 다이 영역은 서로 다른 스케일(scale)의 디바이스들에 적응되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 27

제26항에 있어서,

상기 온도 센서는 상기 전력 루프 제어 회로와 관련되고, 상기 패스 소자를 포함하는 히트 소스(heat source)가 존재하는 다이 영역 상에 배치되는 전력 제어용 디바이스.

### 청구항 28

전력 제어 방법으로서,

패스 소자를 흐르는 충전 전류를 전류 제한까지 증분적 스텝들로 증가시키는 단계 – 상기 전류 제한은, 상기 패스 소자에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 관련되어 있음 –;

전력 루프 제어 회로에서, 상기 충전 전류가 상기 전류 제한에 있거나 혹은 그 근처에 있으면 상기 증가된 충전 전류를 조절하는 단계; 및

상기 증가되고 조절된 충전 전류를 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이를 양쪽 모두에 출력하는 단계를 포함하고,

상기 충전 전류를 증분적 스텝들로 증가시키는 단계는, 상기 전력 루프 제어 회로의 온도를 감지하고, 상기 증분적 스텝들 사이에서 상기 충전 전류를 조절함으로써 상기 전력 루프 제어 회로에서 미리 결정된 온도 레벨을 유지하는 단계를 포함하는 전력 제어 방법.

### 청구항 29

제28항에 있어서,

상기 충전 전류를 증분적 스텝들로 증가시키는 단계는, 하나 이상의 제어 비트를 포함하는 제어 신호를 이용하는 소프트 개시 제어기에 의해 영향을 받고, 상기 증분적 스텝들의 분해능은 상기 하나 이상의 제어 비트의 수와 관련되는 전력 제어 방법.

### 청구항 30

삭제

### 청구항 31

제28항에 있어서,

상기 충전 전류를 증분적 스텝들로 증가시키는 단계는, 제어 신호에 응답하여 소프트 개시 제어기를 이용하여 하나 이상의 전류 스위치를 턴 온(ON) 및 오프(OFF)함으로써 상기 충전 전류를 증가 및 감소시키는 단계를 포함하는 전력 제어 방법.

### 청구항 32

제28항에 있어서,

상기 조절하는 단계는, 상기 전류 제한을 검출하고, 상기 충전 전류를 상기 전류 제한 이하로 유지하도록 상기 충전 전류를 제어하는 단계를 포함하는 전력 제어 방법.

### 청구항 33

전력 제어용 디바이스로서,

전류가 도통하도록 적응된 패스 소자;

센서 신호를 생성하도록 적응된 온도 센서; 및

소프트 개시 제어기 및 소프트 개시 컴포넌트를 포함하는 전력 루프 제어 회로  
를 포함하며,

상기 소프트 개시 제어기는, 상기 온도 센서에 동작가능하게 결합되고(operatively coupled), 상기 패스 소자를 흐르는 전류의 증분적 스텝들에 대응하는 제어 신호에 대한 출력을 포함하며, 상기 제어 신호는 조정가능하며,

상기 소프트 개시 제어기는, 상기 출력에서 상기 조정가능한 제어 신호를 생성하도록 적응된 로직 회로, 상기 센서 신호에 응답하여 상기 제어 신호를 조정하기 위한 UP/DN 신호를 생성하는 비교기, 및 상기 비교기에 동작 가능하게 결합된 정전류원을 포함하고,

상기 소프트 개시 컴포넌트는, 상기 제어 신호의 조정에 따라 전류 제한까지, 상기 패스 소자를 흐르는 전류를 증분적 스텝들로 증가시키도록 적응되며, 상기 전류 제한은, 상기 패스 소자에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 연관되어 있는 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 34**

제33항에 있어서,

상기 제어 신호는, 그 수가 상기 증분적 스텝들의 수와 관련되어 있는 하나 이상의 제어 비트를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 35**

제33항에 있어서,

상기 제어 신호는, 그 수가 미리 결정된 분해능과 관련되어 있는 하나 이상의 제어 비트를 포함하며, 상기 미리 결정된 분해능을 이용하여 상기 소프트 개시 제어기는 상기 전류가 상기 전류 제한에 근접하는 것을 허용하는 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 36**

삭제

#### **청구항 37**

삭제

#### **청구항 38**

삭제

#### **청구항 39**

제33항에 있어서,

전압 레퍼런스(voltage reference)를 더 포함하며, 상기 비교기는 상기 온도 센서 및 전압 레퍼런스에 동작가능하게 연결되어 있으며, 상기 UP/DN 신호를 생성하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 40**

제33항에 있어서,

상기 소프트 개시 컴포넌트는, 상기 제어 신호에 응답하는, 턴 온(ON) 및 오프(OFF) 상태들을 갖는 하나 이상의 전류 스위치를 포함하는 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 41**

제40항에 있어서,

상기 하나 이상의 전류 스위치는 트랜지스터들을 포함하는 전력 제어용 디바이스.

#### **청구항 42**

제33항에 있어서,

전류 제한 검출기를 갖는 전류 제한 제어기를 더 포함하고, 상기 전류 제한 제어기는 상기 패스 소자에 동작가능하게 결합되고, 상기 전류 제한을 검출하여 상기 전류를 상기 전류 제한 이하로 제한함으로써 상기 전류를 관리하도록 동작하는 전력 제어용 디바이스.

#### 청구항 43

제33항에 있어서,

상기 소프트 개시 제어기, 상기 소프트 개시 컴포넌트, 혹은 이들 양쪽 모두는 마이크로컨트롤러를 이용하여 구현되는 전력 제어용 디바이스.

#### 청구항 44

제43항에 있어서,

상기 마이크로컨트롤러는 그 입력에서 아날로그 대 디지털 변환기(ADC)에 동작가능하게 연결되며, 그 출력에서 디지털 대 아날로그 변환기(DAC)에 동작가능하게 연결되는 전력 제어용 디바이스.

#### 청구항 45

제44항에 있어서,

상기 ADC는 상기 온도 센서에 동작가능하게 결합되며, 상기 DAC는 상기 패스 소자에 동작가능하게 결합되는 전력 제어용 디바이스.

#### 청구항 46

제33항에 있어서,

상기 전력 루프 제어 회로는, 상기 패스 소자에서 소비되는 전력이 상기 미리 결정된 전력 제한 값을 초과하지 않도록, 전류가 상기 전류 제한에 있거나 혹은 그 근처에 있으면 상기 전류를 조절하도록 적응되는 전력 제어용 디바이스.

#### 청구항 47

제46항에 있어서,

상기 전류는 충전 전류이며, 상기 전력 루프 제어 회로는, 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이들 양쪽 모두에 대한 조절된 전류를 생성하도록 적응된 전력 제어용 디바이스.

### 명세서

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 시스템 부하 및 전하 축적 디바이스의 전력 관리에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 전원으로의 충전 전류를 조절하는 등의 응용을 이용하여 온도 함수로서 전력을 관리하는 것에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002]

전력 제어에서는, 하나의 경우에서 전력이 미리 결정된 전력 아래로 유지되어야 하는 경우 전력을 제한하고 조절하는 것을 실행한다. 전력은 전류 및 전압의 함수이기 때문에, 전력 제어는 전류 제어를 포함할 수 있다. 전류 제어의 일반적인 목적은, 전류를 생성하거나 전송하는 회로(예를 들면, 전원 공급기)를, 예를 들어 단락으로 인한 유해한 효과로부터 보호하는 것이다. 이상적인 전하 축적 디바이스, 예를 들면 이상적인 캐패시터를 충전하기 위해 전원을 이용할 때, 전류는 무한에 가까워지게 된다. 도 1은 원하는 전류 제한에 대한 이러한 이상적인 충전 전류를 나타낸다. 실제의 캐패시터에서도, 캐패시터를 충전하는 데에 필요한 전류 서지(current surge)는 전원 공급기가 생성할 수 있는 것보다 더 클 수 있다. 실제의 캐패시터에서 전류가 제한되지 않으면, 전류 서지는 퓨즈를 터지게 할 수 있다. 배터리가 전원으로서 이용되는 경우, 이 배터리는, 부하에 대한 충전 전류의 초기 서지로 인해 거의 단락을 경험하게 될 수 있다. 또한, 온도는, 충전 전류가 흐르기 시

작하면 급속하게 상승하는 경향이 있다.

[0003] 따라서, 전력 제어 디바이스들에 대한 개선된 설계가 필요하다. 이러한 설계의 원하는 양태 중 하나는, 충전 전력을 제한하는 것을 비롯하여, 충전 전류가 흐르기 시작할 때 온도를 제어하는 능력을 실질적으로 증가시켜서, 제어된 방식으로 온도를 감소시키고 조절하는 것일 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

[0004] 본 발명은, 전술한 관찰들에 부분적으로 기초한 것이며, 그 목적에 따라, 본 발명의 각종 실시예들은 전력을 제어하는 디바이스들 및 방법들을 포함한다. 일반적으로, 전력을 제어하는 디바이스의 각종 구현예에서는, 전하 축적 디바이스가 충전되고 있을 때 온도를 고려한다. 전력을 제어하는 디바이스의 각종 구현예에서는, 소프트 개시 컴포넌트와 통합되는 온도 센서를 이용할 수 있다. 소프트 개시 컴포넌트는 전력을 충분적 스텝들 (incremental steps)로 제어할 수 있게 해준다. 변경할 수 없거나, 혹은 사용이 제한되거나, 혹은 이들 양쪽 모두에 해당될 수 있는 전술한 설계에 대한 가능한 대안으로서, 각종 구현예에서는, 통상적으로 전류 및 이에 따른 전력을 제어하는 데에 있어 유연성이 있으며 효율적인 집적 회로(IC) 혹은 다수의 개별 부품들을 이용할 수 있다. 예시를 위해, 다수의 예들이 이하에 제공된다.

[0005] 일 실시예에 따르면, 전력 제어용 디바이스는, 패스 소자 및 전력 루프 제어 회로를 포함한다. 전력 루프 제어 회로는 소프트 개시 제어기 및 소프트 개시 컴포넌트를 포함한다. 소프트 개시 제어기는, 패스 소자를 흐르는 충전 전류의 충분적 스텝들에 대응하는 제어 신호를 생성하도록 적응된다. 소프트 개시 컴포넌트는, 제어 신호에 응답하여 전류 제한까지의, 충분적 스텝들의 충전 전류 증가를 관리하도록 적응된다.

[0006] 이러한 디바이스에서, 제어 신호는 하나 이상의 제어 비트를 포함할 수 있다. 소프트 개시 컴포넌트는, 제어 신호에 응답하여 턴 온 및 오프하도록 적응된 하나 이상의 전류 스위치를 포함할 수 있다. 이러한 전류 스위치들은 트랜지스터들을 포함할 수 있다. 소프트 개시 제어기는 비교기 및 로직 회로를 포함할 수 있다. 로직 회로는 카운터를 포함할 수 있다. 비교기는, 로직 회로에게 충분적 스텝들을 증가 및 감소시키도록 재촉하기 위한(예를 들면, 카운터에게 상한 및 하한 사이에서 카운트 업 및 다운을 행하도록 재촉하기 위한) 로직 신호(예를 들면, UP/DN 신호)를 생성하도록 적응될 수 있다. 로직 회로는, 충분적 스텝들을 증가 및 감소시킬 때 제어 신호를 조정하도록 적응될 수 있다. 카운터는, 예를 들면, 카운팅 업 및 다운을 행할 때 제어 비트들을 조정하도록 적응될 수 있다. 카운터는, 상한에 도달할 경우 카운트 다운만을 행하고, 하한에 도달할 경우 카운트 업만을 행하도록 적응될 수 있다. 소프트 개시 제어기는 또한, 비교기에 동작가능하게 결합된 정전류원을 포함할 수 있다.

[0007] 이 디바이스는 또한, 소프트 개시 제어기에 동작가능하게 결합된 온도 센서를 포함할 수 있다. 온도 센서는 센서 신호를 생성하도록 적응될 수 있고, 이 센서 신호에 응답하여 비교기가 로직 신호(예를 들면, UP/DN 신호)를 생성한다. 또한, 이 디바이스는 제로 계수 온도 전압 레퍼런스(zero coefficient temperature voltage reference)를 포함할 수 있다. 비교기는, 온도 센서 및 제로 계수 온도 전압 레퍼런스에 동작가능하게 연결될 수 있으며, 이에 응답하여 로직 신호를 생성하도록 적응될 수 있다. 온도 센서는, 서로 직렬로 동작가능하게 결합된 하나 이상의 온도 감응 엘리먼트를 포함할 수 있다. 각 온도 감응 엘리먼트는, 그 절대 온도에 반비례하는 순방향 전압 강하를 가질 수 있다. 집합적으로, 온도 감응 엘리먼트들은, 충분적 스텝들 사이에서 충전 전류를 조절함으로써 미리 결정된 온도 레벨을 유지한다. 온도 감응 엘리먼트들은, 바이폴라 접합 다이오드, 서미스터, 혹은 트랜지스터, 혹은 이들 중 하나 이상의 결합을 포함할 수 있다. 온도 센서는, 디바이스의 전력 루프 제어 회로 내에 전체가, 혹은 일부가 포함될 수 있다.

[0008] 이 디바이스는, 패스 소자에 동작가능하게 결합된 전류 제한 검출기를 갖는 전류 제한 제어기를 더 포함할 수 있다. 전류 제한 검출기는, 전류 제한을 검출하고, 충전 전류를 전류 제한 이하로 제한함으로써 이를 관리하도록 동작한다. 이러한 디바이스에서, 전력 루프 제어 회로는, 패스 소자에서 소비되는 전력이 미리 결정된 전력 제한을 초과하지 않도록, 충전 전류가 전류 제한에 있거나 그 근처에 있으면 그 충전 전류를 조절하도록 적응될 수 있다. 전력 루프 제어 회로는 또한, 조절된 충전 전류를, 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이들 양쪽 모두에 생성하도록 적응될 수 있다. 패스 소자는, 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT), 접합 전계 효과 트랜지스터(JFET), 금속 산화물 반도체 FET(MOSFET), 및 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터(IGBT) 중 하나 이상을 포함하는 하나 이상의 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0009] 디바이스의 일 구현예에서, 소프트 개시 제어기 및 소프트 개시 컴포넌트 중 하나 이상은 마이크로컨트롤러를 이용하여 구현될 수 있다. 마이크로컨트롤러는, 그 입력에서 아날로그 대 디지털 변환기(ADC)에 동작가능하게

연결되어 있으며, 그 출력에서 디지털 대 아날로그 변환기(DAC)에 동작가능하게 연결될 수 있다. 이러한 디바이스는, 마이크로컨트롤러의 ADC에 동작가능하게 결합된 온도 센서를 더 포함할 수 있다. 그리고, DAC는 패스 소자에 동작가능하게 결합될 수 있다.

[0010] 다른 실시예에 따르면, 전력 제어 방법은, 패스 소자를 흐르는 충전 전류를 충분적 스텝들로 전류 제한까지 증가시키는 단계, 충전 전류가 전류 제한 값에 있거나 혹은 그 근처에 있으면 이 충전 전류를 조절하는 단계, 및 증가 및 조절된 충전 전류를 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 양쪽 모두에 출력하는 단계를 포함한다. 충전 전류를 증가시키는 단계는, 소프트 개시 제어기에서 제어 신호를 생성함으로써 수행된다. 충전 전류를 조절하는 단계는, 전력 루프 제어 회로에서 수행된다.

[0011] 이러한 방법에서, 충전 전류를 증가시키는 것은, 충분적 스텝들의 분해능(resolution)에 기초할 수 있다. 이 분해능은 제어 신호와 관련될 수 있으며, 이 예에서, 이는 제어 신호의 하나 이상의 제어 비트의 수와 관련될 수 있다. 충전 전류를 증가시키는 것은 각종 액션들을 포함할 수 있다. 이는, 전력 루프 제어 회로의 온도를 감지하는 것을 포함할 수 있다. 이는 또한, 충분적 스텝들 사이에서 충전 전류를 조절함으로써 전력 루프 제어 회로에서 미리 결정된 온도 레벨을 유지하는 것을 포함할 수 있다. 이는 또한, 생성된 제어 신호에 응답하여 소프트 개시 제어기를 이용하여 하나 이상의 전류 스위치를 턴 온 및 오프시킴으로써 충전 전류를 증가 및 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 조절하는 단계는, 전류 제한을 검출하고, 충전 전류를 전류 제한 이하로 유지하도록 이 충전 전류를 제어하는 것을 포함할 수 있다.

[0012] 또 다른 실시예에 따르면, 전력 제어용 디바이스는 패스 소자 및 전력 루프 제어 회로를 포함한다. 전력 루프 제어 회로는 소프트 개시 제어기 및 소프트 개시 컴포넌트를 포함한다. 소프트 개시 제어기는, 패스 소자를 흐르는 전류의 충분적 스텝들에 대응하는 제어 신호에 대한 출력을 포함한다. 소프트 개시 컴포넌트는, 제어 신호의 조정에 따라 전류 제한까지의, 충분적 스텝들의 전류 증가를 관리하도록 적응된다. 전류 제한은, 패스 소자에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 연관되어 있다.

[0013] 이러한 디바이스에서, 제어 신호는 마찬가지로 하나 이상의 제어 비트를 포함할 수 있다. 소프트 개시 제어기는, 그 출력에서 조정가능한 제어 신호를 생성하도록 적응된 로직 회로를 포함할 수 있다. 소프트 개시 제어기는 또한, 비교기, 및 비교기에 동작가능하게 결합된 정전류원을 포함할 수 있다. 소프트 개시 컴포넌트는, 제어 신호에 응답하는, 턴 온 및 오프 상태를 갖는 하나 이상의 전류 스위치를 포함할 수 있다.

[0014] 이 디바이스는 또한, 소프트 개시 제어기에 동작가능하게 결합되며, 센서 신호를 생성하도록 적응된 온도 센서를 포함할 수 있고, 이 센서 신호에 응답하여 비교기가 제어 신호를 조정하기 위한 UP/DN 신호를 생성할 수 있다. 이 디바이스는 또한 전압 레퍼런스를 포함할 수 있다. 비교기는 온도 센서 및 전압 레퍼런스에 동작가능하게 연결되어 있으며, UP/DN 신호를 생성하도록 적응될 수 있다. 또한, 이 디바이스는, 패스 소자에 동작가능하게 결합되어 있으며, 전류 제한을 검출하고 전류를 전류 제한 이하로 제한함으로써 이 전류를 관리하도록 동작하는 전류 제한 검출기를 갖는 전류 제한 제어기를 포함할 수 있다.

[0015] 이러한 디바이스에서, 소프트 개시 제어기, 소프트 개시 컴포넌트, 혹은 이들 양쪽 모두는 마이크로컨트롤러를 이용하여 구현될 수 있다. 마이크로컨트롤러는, 그 입력에서 ADC에 동작가능하게 결합되며, 그 출력에서 DAC에 동작가능하게 결합될 수 있다. 이 디바이스는 또한 온도 센서를 포함할 수 있다. ADC는 온도 센서에 동작가능하게 결합될 수 있다. DAC는 패스 소자에 동작가능하게 결합될 수 있다. 전력 루프 제어 회로는, 패스 소자에서 소비되는 전력이 미리 결정된 전력 제한 값을 초과하지 않도록, 전류가 전류 제한에 있거나 그 근처에 있으면 그 전류를 조절하도록 적응될 수 있다. 전력 루프 제어 회로는, 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이들 양쪽 모두에 대한 조절된 전류를 생성하도록 적응될 수 있다.

[0016] 이들 실시예들에서, 다양한 가능한 속성들이 존재할 수 있다. 전류는 충전 전류일 수 있다. 전류 제한은, 패스 소자에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 연관될 수 있다. 제어 비트들의 수는, 충분적 스텝들의 수, 소프트 개시 제어기가 충전 전류가 전류 제한에 근접하게 해주는 미리 결정된 분해능, 혹은 이들 양쪽 모두와 관련될 수 있다. 전류 스위치들은 트랜지스터들을 포함할 수 있다. 디바이스는, IC 내에서 구현되거나, 혹은 IC 내의 기능 블럭으로서 구현될 수 있다. IC는 다이 영역들로 분할될 수 있으며, 각 다이 영역은 서로 다른 스케일의 디바이스들에 적용될 수 있다. 온도 센서는, 패스 소자를 포함하는 히트 소스가 존재하는 다이 영역 상에 배치될 수 있다. 이러한 IC는 또한 모바일 디바이스에서의 이용에 적응될 수 있다.

[0017] 본 발명의 이들 및 그 밖의 다른 실시예들, 특성들, 양태들 및 이점들은, 본원에 개시된 설명, 이하에 설명되는 첨부된 특허청구범위, 및 첨부 도면들로부터 더욱 잘 이해될 것이다.

## 실시예

[0031]

모바일 장치들에 이용되는 것 등의 전하 축적 디바이스들(예를 들면, 배터리 혹은 수퍼캐패시터)은 제한된 기간 동안 지속되는 에너지를 제공하는 경향이 있다. 따라서, 때때로, 이들은 전원을 이용하여 충전될 필요가 있다. 이러한 충전 동안, 전류가 전하 축적 디바이스에 흐를 때 온도가 급속하게 상승할 수 있다. 따라서, 전력량, 및 이에 따른 전하 축적 디바이스에 흐르는 전류를 제한하여서, 온도를 제어하는 것에 관심을 가질 수 있다.

[0032]

도 2는 종래의 충전 전력 제어 스킴(200)의 블럭도이다. 이 스킴(200)은 전원(202), 패스 소자(204), 및 전하 축적 디바이스(206)를 포함한다. 일반적으로, 패스 소자는, 직류(DC) 전원(예를 들면, 전원(202))에 직렬로 연결된 제어형 가변 저항 디바이스이다. 패스 소자는 증폭된 오차 신호에 의해 구동될 수 있으며, 출력 전류가 저하될 때 그 저항을 증가시키고 출력 전류가 상승될 때 그 저항을 감소시키도록 동작한다. 도 2에서, 패스 소자(204)에 걸리는 전압은 저항 값 R과, 이 패스 소자(204)를 흐르는 전류 I를 곱한 것인데, 이러한 전류는 R에 의해 증폭되는 오차 신호이다. 전하 축적 디바이스(206)에 걸리는 전압 V는 전원(202)으로부터의 전압  $V_s$ 와  $R \times I$  간의 차이이다. 전원(202)이 턴 온되면, 전하 축적 디바이스(206)로의 전류가 급속하게 증가될 수 있다(도 1 참조). 또한, 도 3A에 도시된 바와 같이, 패스 소자(204) 및 그 주변 컴포넌트들의 온도는 충전이 시작되면 급속하게 상승하는 경향이 있다. 충전 전력 스킴(200)의 컴포넌트들을 잠재적 손상으로부터 보호하기 위해서는 전하 축적 디바이스(206)로 흐르는 전류 I 및 온도를 제한하는 것이 이로울 수 있다.

[0033]

따라서, 본 발명의 각종 실시예들은, 충전 동안 전류, 온도, 혹은 이를 양쪽 모두를 제어하기 위해 전하 축적 디바이스로의 전력을 제한하는 장치들 및 방법들을 포함한다. 충전 전력 제어 스킴은, 제어된 방식으로 온도 트랜зи트(temperature transient)를 완화하기 위해 소프트 개시 컴포넌트와 결합되는 온도 제어를 포함할 수 있다. 도 3B 및 3C는, 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 디지털 및 아날로그 소프트 개시 움직임 각각을 나타낸 도면이다.

[0034]

디지털 소프트 개시 구현에서, 그 동작은 도 3B에 도시되어 있으며, 2n개의 스텝들이 충전 전류를 충분적 스텝들로 분할한다. 각 스텝은 충전 전력 제어 스킴 내의 소프트 개시 컴포넌트와는 다른 전압을 생성한다. 소프트 개시 컴포넌트는, 바람직하게는 느리게, 예를 들면 계단식으로(step-wise) 전류 레벨을 증가시킨다. n=3, 4, 5, 6 등인 경우, 디지털 소프트 개시 컴포넌트는  $2^n$ 개, 즉 8, 16, 32, 64 개 등의 충분적 스텝들을 포함할 수 있다.

[0035]

소프트 개시 컴포넌트는 온도가 점차적으로 증가할 수 있게 해주어서, 온도 트랜зи트를 완화시킨다. 본질적으로, 디지털 소프트 개시 컴포넌트는 온도가 양자화된 제어 방식으로 증가할 수 있게 해준다. 소프트 개시와 온도 제어를 결합시킴으로써, 전류 레벨의 계단식 제어가 가능하게 된다. 아날로그 소프트 개시 컴포넌트는, 충전이 일반적으로 계단식 충분보다 평坦하다는 점을 제외하고는, 디지털 소프트 개시 컴포넌트의 성능과 실질적으로 유사하다. 아날로그 소프트 개시는 도 3C에 도시되어 있다.

[0036]

충전 전력 제어 스킴의 구성 중 하나에서는 열 순환을 위해 온도 센서를 이용한다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 집적 칩(IC) 다이(400) 상에 구현된 충전 전력 제어 디바이스의 구조도이다. IC 다이 영역은 영역들(402a-h)로 분할될 수 있다. 각 다이 영역(402a-h)은 서로 다른 스케일(즉, 사이즈)의 디바이스들에 대해 적응될 수 있다. 도 6-10을 참조하여 설명되는 바와 같이, 충전 전력 제어 스ქ은 충전 전류를 제한하도록 적응된 제어 회로를 포함할 수 있다. 이러한 회로는 서로 다른 스케일들의 트랜지스터들을 이용하여 구현될 수 있다. 이 트랜지스터들은 서로 다른 다이 영역들(402a-h)에 배치될 수 있다. IC 다이(400)는 또한, 다이 영역들(402a-h)의 반대 측에 결합되는 하나 혹은 다수 개의 본드 와이어 인(bond wires in)(406) 및 하나 혹은 다수 개의 본드 와이어 아웃(bond wires out)(408)을 포함할 수 있다. 본드 와이어들(406, 408)은, IC 다이(400)와 외부 컴포넌트들 간의 상호접속을 제공하도록 적응된다. IC 다이(400)는 또한, 가열되는 다이 영역(402), 예를 들면 히트 소스가 존재할 수 있는 다이 영역(402e)에 배치되는 온도 센서(404)를 포함할 수 있다. 구체적으로는, 전력을 소비하는 실리콘 영역 적재 컴포넌트들이 가열되기 쉽다. 충전 전력 제어 장치에서, 충전 전력이 소비되는 영역(402e)은 온도 상승에 민감하다. 따라서, 온도 센서(404)는, 열에 가장 민감한 영역(즉, 402e)에 위치되거나 혹은 거의 그 근처에 위치된다.

[0037]

온도 센서는 제어 회로와 협업하여 충전 전력을 제한할 수 있다. 전하 축적 디바이스에 공급되는 전력을 제한하는 방안 중 하나는, 전력 루프 제어 회로를 이용하는 것이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 전력 제어 스ქ(500)의 블럭도이다. 충전 전력 제어 스ქ(500)은, 충전 전력을 공급하기 위한 전원, 즉 전원(504), 전하 축적 디바이스(506), 시스템 부하(512), 혹은 이를 양쪽 모두 사이에서 인터페이싱하는 충전 전력 제어 디

바이스(502)를 포함한다.

[0038] 전원(504)은, 배터리, 화학 연료 전지, DC 전원 공급기, 혹은 임의의 다른 에너지 축적 시스템 등의 임의의 전원을 포함할 수 있다. 시스템 부하(512)는, 동작시 전류를 드로잉(drawing)할 수 있는 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 시스템 부하(512)의 예에는 PCMCIA 카드 및 카메라 플래시 LED가 포함된다.

[0039] 충전 전력 제어 디바이스(502)는, 수퍼캐패시터 혹은 울트라캐패시터(ultracapacitor) 충전 IC로서 구현될 수 있으며, 이들 예 중 하나의 예가 도 4에 도시되어 있다. 구현된 바와 같이, 충전 전력 제어 디바이스(502)는 전력 루프 제어 회로(508) 및 패스 소자(510)를 포함한다. 패스 소자(510)는 다수의 패스 소자 캠포넌트들을 포함할 수 있다. 패스 소자 캠포넌트들의 예에는, 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT), 접합 전계 효과 트랜지스터(JFET), 금속 산화물 반도체 FET(MOSFET), 및 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터(IGBT) 등의 트랜지스터들이 포함된다. 충전 전력 제어 디바이스(502)는 패스 소자(510)의 전력 소비, 및 전하 축적 디바이스(506)로의 충전 전력 및 시스템 부하(512)로의 전류를 제어한다. 전력 루프 제어 회로(508)의 엘리먼트들은 도 6-10을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[0040] 전하 축적 디바이스(506)는 버스트 전력(burst power) 등의 높은 레벨의 전력을 공급하도록 적응된 에너지 저장소로서 동작한다. 전하 축적 디바이스(506)의 예들에는, 승압 변환기 및 수퍼캐패시터 등의 에너지 축적 디바이스가 포함된다. 일반적으로, 승압 변환기는, 종종 스위칭 모드 전원 공급기로서 간주되는 전압 스텝-업 변환기(voltage step-up converter)이다. 승압 변환기와는 달리 에너지 축적 디바이스는 전하 축적에 기초한 것이며 전원으로서 이용될 수 있다. 수퍼캐패시터는, 반복적으로 충전 및 재충전되고, 방전 동작들 사이에 신속한 재충전이 행해지는 순간적인 높은 방전 전류를 제공하도록 설계된 높은 에너지 축적 디바이스의 일종이다. 전하 축적 디바이스(506)는 또한, 승압 변환기, 수퍼캐패시터, 및 그 밖의 임의의 유형의 에너지 축적 디바이스의 결합을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 전하 축적 디바이스(506)는, 직렬로 연결된 두 개의 캐패시터들 C1, C2를 포함하는 수퍼캐패시터와, 서로 직렬로 연결되며 캐패시터들 C1, C2에 병렬로 연결된 두 개의 저항 R1, R2를 포함한다.

[0041] 동작시, 충전 전력 제어 스킴(500)은 패스 소자(510)의 전력 소비를, 설정된 전력 제한 값 이하의 레벨로 제한한다. 전력 제한 값은 2Watt인 것으로 가정하는데, 즉 IC 패키지가 2Watt의 전력을 허용할 수 있는 것으로 가정한다. 그러나, 초기 전력 소비는 더 높아지게 되는 경향이 있을 수 있다. 전원(504)은 4.5V의 전압을 공급할 수 있다. 전력  $P_s$ 는 전압 V와 전류 I를 곱함으로써 계산되는데, 즉  $P=V \times I$ 이다. 전력을 예를 들면  $4.5W(P = 4.5 \text{ Volt} \times 1.0 \text{ Ampere} = 4.5 \text{ Watt})$ 일 수 있다. 그러한 경우, 전력은 2W의 전력 제한 값 아래로 제한되어야 한다. 전력을 제한하는 것은, 전력 루프 제어 회로(508)를 이용하여 전류를 제한함으로써 달성될 수 있다. 전력 루프 제어 회로(508)는, 예를 들면 총 전력이 2 Watt를 초과하지 않도록 전류를 조절할 수 있다. 이러한 조절은, 온도 변동을 이용하여 전류 ON/OFF를 순환시키는 것을 포함할 수 있다. 이러한 조절은 또한, 전류 레벨을 조절하는 것을 포함할 수 있다.

[0042] 구체적으로는, 동작시, 전하 축적 디바이스(506)에 걸리는 전압, 즉 단자 A에서의 전압은, 전하 축적 디바이스(506)가 충전될 때 램프 업(ramp up)할 수 있다. 초기에, 전하 축적 디바이스(506)(즉, 캐패시터들, C1, C2)에 걸리는 전압 강하는 0V일 수 있는데, 즉 단자 A에서의 전압이 0V일 수 있다. 이에 따라, 전하 축적 디바이스(506)는, 충전되기 전에, 접지로의 단락 회로처럼 기능할 수 있다. 이에 따라, 충전 전류는 초기에 높을 수 있으며, 패스 소자(510)에 걸리는 전압도 높을 수 있다. 이에 따른 패스 소자(510)에서 소비되는 전력도 마찬가지로 높을 수 있다. 전압이 예를 들면 0.5V에 도달하면, 전류가 0.5A인 경우, 패스 소자(510)에서의 전력은  $2W((4.5-0.5)V \times 0.5A = 2W)$ 로 계산됨)일 수 있다. 패스 소자(510)에서의 전력은 모니터링될 수 있으며, 충전 전력 제어 디바이스(502)는 2Watt의 전력 제한 값 이하의 전력을 유지하도록 전류를 조절할 수 있다. 즉, 충전 전력 제어 디바이스(502)는, 패스 소자(510)에서의 전력 소비가 2Watt에 도달하면 전류를 제어하기 시작할 수 있다. 단자 A에서의 전압이 증가하면, 패스 소자(510)에 걸리는 전압 차는 감소할 수 있으며 더 높은 충전 전류를 허용할 수 있다. 일례에서, 포인트 A에서의 전압이 1.5V에 도달하면, 패스 소자(510)에 걸리는 전압은 3V(4.5-1.5V)일 수 있다. 충전 전력 제어 디바이스(510)는, 전력을 전력 제한 값 이하로 유지하면서, 전류가 최대까지 증가될 수 있게 해줄 수 있다. 이에 따라, 전류는  $0.66A(2W/3V = 0.66A)$ 까지 증가하도록 허용될 수 있다.

[0043] 다른 예에서, 단자 A에서의 전압이 2.5V에 도달하면, 충전 전력 제어 디바이스(502)는 전류가  $1A(2W/(4.5-2.5)V=1A)$ 까지 증가할 수 있게 해줄 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 전력이 전력 제한 값을 초과하지 않는 경우, 전류가 더 높아질수록, 충전이 더 빨라진다. 따라서, 충전 전력 제어 디바이스(502)는, 패스 소자(510)

에서의 전력이 감소하고 (단자 A에서의) 전하 축적 디바이스(506)에 걸리는 전압이 증가할 때 전류를 증가시킴으로써 전력을 2Watt의 전력 제한 값 이하로 유지할 수 있다. 이에 따라, 충전 전력 제어 디바이스(502)를 이용하여, 충전 전류가 제한되고 조절되어서, 전원(혹은 배터리, 즉, 전원(504))을 보호하게 된다.

[0044] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 충전 전력 제어 스킴(600)의 블럭도이다. 스킴(600)은 전원(604), 충전 전력 제어 디바이스(602), 온도 센서(612), 전하 축적 디바이스(506), 및 시스템 부하(512)를 포함한다. 충전 전력 제어 디바이스(602)는, 전류 제한 검출 및 제어 능력을 갖는 전력 루프 제어 회로(608), 패스 소자(610), 및 전류 제한 변환기(630)를 포함한다. 전류 제한 변환기(630)는 전압을 전류로 변환하도록 동작한다. 전원(604) 및 온도 센서(612) 양쪽 모두는, 전력 루프 제어 회로(608)에 동작가능하게 연결되어 있으며, 이 전력 루프 제어 회로(608)는 전류 제한 변환기(630) 및 패스 소자(610)에 연결되어 있다. 패스 소자(610)는 전하 축적 디바이스(506), 시스템 부하(512), 혹은 이를 양쪽 모두에 연결될 수 있다.

[0045] 전력 루프 제어 회로(608)는, 소프트 개시 제어기(614), 소프트 개시 컴포넌트(616), 전류 제한 검출기(620)를 갖는 전류 제한 제어기(618), 및 전원(632)을 포함한다. 소프트 개시 제어기(614)는, 온도 센서(612), 소프트 개시 컴포넌트(616), 및 전원(632)에 동작가능하게 결합되어 있다. 소프트 개시 컴포넌트(616)는 전류 제한 제어기(618)에 동작가능하게 결합되어 있다. 전류 제한 제어기(618)는, 전류 제한 변환기(630)를 통하여 패스 소자(610)에 동작가능하게 연결되어 있다.

[0046] 전력 루프 제어 회로(608)는, 충전 전력 제어 디바이스(602)의 하나 이상의 엘리먼트에 전달되는 전류를 조절하도록 적응된다. 전류 조절의 목적은, 충전 전력 제어 디바이스(602)를, 단락, 과열, 혹은 이와 유사한 문제로 인한 해로운 효과로부터 보호하는 것이다. 전류 제한 제어기(618)는, 미리 결정된 전류 상한과 관련하여 전류를 조절한다. 이는, 전류 제한의 레벨을 검출하고 이러한 전류 제한을 전류 제한 제어기(618)에 전달하도록 동작하는 전류 제한 검출기(620)를 포함한다. 다양한 전류 제한 검출기들 및 전류 제한 제어기들이 본 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자들에게 익숙할 것이다. 이들의 예시적인 구현예는 도 8 및 도 9에 도시되어 있다. 그러나, 전류를 검출 및 관리할 수 있는 어떠한 디바이스라도 이용될 수 있다.

[0047] 소프트 개시 제어기(614) 및 전류 제한 제어기(618)는 전류를 제한하는 데에 협업하도록 적응된다. 본질적으로, 전류 제한 제어기(618)는, 전류 제한을 검출하고 실질적으로 전류가 이 전류 제한 이하로 감소된 후 유지되도록 조절하도록 적응된다. 소프트 개시 제어기(614)는, 충분적 전류 스텝들(디지털 혹은 아날로그)로 전류를 조절함으로써 전류 충전이 개시될 때 전류를 조절하는 것을 돋도록 적응된다. 이에 따라, 동작시, 소프트 개시 제어기(614)는, 전류가 실질적으로 전류 제한에 도달할 때까지 전류가 충분적으로 증가될 수 있게 함으로써 전류를 조절한다. 이 때, 전류 제한 제어기(618)는 전류가 실질적으로 전류 제한 이하로 유지되도록 조절한다.

[0048] 이 예에서, 소프트 개시 제어기(614)는 정전류원(628), 두 개의 입력 및 하나의 출력을 갖는 비교기(622), 및 로직 회로(624)를 포함한다. 정전류원(628)은 전원(632)에 동작가능하게 결합되어 이 전원(632)으로부터 전류를 공급받도록 적응된다. 정전류원(628)은 또한, 그 출력에서 온도 센서(612) 및 비교기(622)에 동작가능하게 연결되어 있다. 정전류원(628)은, 온도 센서(612)를 통해 흐르는 전류를 공급하고, 비교기(622)의 한쪽 입력에서 온도와 관련된 전압을 생성하도록 동작한다. 정전류원(628)은 실질적으로 정전류를 전달 및/또는 흡수할 수 있는 어떠한 전류원 또는 시스템이라도 될 수 있다. 비교기(622)의 다른 입력은 온도 제어형 전압원  $V_{REF}$ 에 연결되어 있다. 단자 B에서의 전압은 온도에 따라 감소하는 경향이 있다. 비교기(622)는 그 입력들에서의 전압들을 비교하고, 이 비교에 응답하여 신호 UP/DN을 로직 회로(624)에 출력하도록 적응된다. 그 출력에서, 비교기(622)는, 전류 충분적 스텝들을 증가 및 감소시키도록 적응된 로직 회로(624)에 연결되어 있다. 일 실시예에서, 로직 회로(624)는 카운터(624)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 카운터(624)는, UP/DN 신호에 기초하여 상한 및 하한 사이에서 카운트 업 및 다운을 행하도록 동작한다. 로직 회로(624)는 또한, 제어 신호(626)를 소프트 개시 컴포넌트(616)에 출력하도록 적응된다. 소프트 개시 컴포넌트(616)는, 이러한 제어 신호(626)를 수신하고 전류, 및 이에 따른 전력을 도 3B 및 3C에 도시된 바와 같이 충분적으로 조절하도록 적응된다. 소프트 개시 컴포넌트(616)는, 제어 신호(626)에 응답하여, 열리거나 혹은 닫힐 수 있는 하나 이상의 전류 스위치(SW1, SW2, SW3 등)를 포함한다. 소프트 개시 컴포넌트(616)는, 이러한 전류가 전류 제한 제어기(618)에 의해 검출되는 전류 제한 값에 도달할 때까지 점차적으로 충전 전류를 변화시킨다. 충전 전력 제어 디바이스(602)는 이에 따라, 충전 전력이 점차적으로 증가하고 전력 서지가 제한되는 것을 허용한다. 정전류원(628), 비교기(622), 로직 회로(624) 및 소프트 개시 컴포넌트(616)는 도 7-10을 참조하여 보다 상세히 설명된다. 일부 실시예들에서, 온도 센서(612)는, 도 6에 도시된 바와 같이, 충전 전력 제어 디바이스(602)의 외부에 있을 수 있다. 다른

실시예들에서는, 온도 센서(612)의 전부 혹은 일부는 (도 4에 도시된 바와 같이) 충전 전력 제어 디바이스(602)의 일부일 수 있다.

[0049] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 센서(712) 및 소프트 개시 제어기(714)의 회로 상세 사항을 나타낸 도면이다. 온도 센서(712) 및 소프트 개시 제어기(714)는 단자 B에서 서로 동작가능하게 연결되어 있다.

[0050] 일 실시예에서, 온도 센서(712)는, 서로 직렬로 동작가능하게 연결된 하나 이상의 온도 감응 엘리먼트 D1-D3(도시하지 않음)을 포함한다. 온도 감응 엘리먼트 D1-D3은 일반적으로 전류가 하나의 방향(통상의 ON 위치)으로 흐를 수 있게 해주고 전류가 반대 방향으로 흐르지 않게 하도록 적응된다. 온도 감응 엘리먼트 D1-D3의 예들에는, 바이폴라 접합 다이오드, 서미스터, 트랜지스터, 및 반비례 특성을 나타내는 그 밖의 임의의 온도 감응 디바이스가 포함된다. 온도 감응 엘리먼트 D1-D3이 통상의 ON 위치에서 동작할 때, 순방향 전압 강하  $V_f$ 는 그 절대 온도에 반비례한다. 동작시, 접단적으로, 온도 감응 엘리먼트들 D1-D3의 결합물이 출력 전류(즉, 전하 축적 디바이스에 흐르는 충전 전류)를 조절하여 미리 결정된 온도 레벨을 유지한다. 조절은, 도 3B에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 충분적 스텝으로 출력 전류를 증가시킨 후, 하나 이상의 충분적 스텝들로 출력 전류를 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 소프트 개시 컴포넌트(예를 들면, 소프트 개시 컴포넌트(616))와 협업하여 소프트 개시 제어기(714)는 초기에 이 전류 레벨을 느리게 전류 제한 값까지 증가시킨다. 그 후 전류 제한 제어기(618)는 전류 및 이에 따른 전력 레벨을 미리 결정된 전력 제한 값 이하로 유지한다.

[0051] 이 예에서, 소프트 개시 제어기(714)는 비교기(722) 및 로직 회로(724)를 포함한다. 비교기(722)는 단자 B에서 온도 센서(712)에 동작가능하게 결합되어 있다. 비교기(722)는 두 개의 입력과 하나의 출력을 포함할 수 있다. 입력들 중 하나는, 단자 B에 동작가능하게 연결되어 있으며 단자 B에서의 전압을 공급받도록 적응된 OTC(on the chip) 입력일 수 있다. 단자 B에서의 전압은 온도에 따라 감소하는 경향이 있다. 입력들 중 다른 하나는, 밴드캡 레퍼런스 전압을 공급받도록 적응된  $V_{REF}$  입력일 수 있다. 밴드캡 레퍼런스 전압은, 제로 온도 계수 전압 레퍼런스일 수 있다. 일반적으로, 제로 온도 저항 계수를 나타내는 컴포넌트는 절대 제로 온도(즉, 제로 켈빈 온도)에서 음의 값에서 양의 값으로 변화된다. 이에 따라, 제로 온도 전압 레퍼런스는 일반적인 충전 전력 제어 스킴에서 온도에 따라 변동되지 않는다.

[0052] 비교기(722)는, 그 입력들에서 인가되는 전압들(즉,  $V_{REF}$  및 단자 B에서의 전압)을 비교하여, 로직 회로(724)에게 충전 전류를 증가시키거나 혹은 감소시킬 것을 명령하기 위한 신호 UP/DN을 출력하도록 적응된다. 일 실시예에서, 로직 회로(724)는 카운트 업 혹은 다운을 행하도록 적응된 카운터(724)를 포함한다. 이러한 카운터(724)는 UP/DN 신호를 수신하고, 상한 및 하한 사이에서 카운트 업 및 다운을 행하고 상한에 도달할 경우 카운트 다운만을 행하도록 적응될 수 있다. 마찬가지로, 카운터(724)는, 하한에 도달할 경우 카운트 업만 행하도록 적응될 수 있다. 카운터(724)는 또한, 제어 신호(726)를 출력하도록 적응될 수 있다. 제어 신호(726)는 제어 비트들(예를 들면, BIT0-BIT5)을 포함할 수 있다. 제어 신호(726)의 비트들의 수는, 도 3B에 도시된 충분적 스텝들의 분해능 등의 원하는 전류 스텝들의 분해능에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로, 이 분해능은, 온도 센서(712)에 포함되는 온도 감응 엘리먼트들의 수의 증가에 따라 증가하는 경향이 있다.

[0053] 카운터(724)는 또한, 카운팅 업 혹은 다운의 타이밍을 제어하는 클럭 신호 CLK를 수신하도록 적응된다. 카운터(724)는 RESET 신호에 응답하여 리셋될 수 있다.

[0054] 예를 들면, 그 입력들에 인가되는 전압들에 기초하여, 비교기(722)는, 전류가 증가되어야 하는지를 결정하고 UP 신호를 출력할 수 있다. 다음 CLK 신호에서, 카운터(724)는, UP 신호에 응답하여, 상한에 도달하지 않은 경우, 하나 이상의 스텝을 카운트 업할 수 있다. 카운터(724)는 그 후, 비트들 중 하나 이상의 상태에 대한 변화를 포함할 수 있는 제어 비트들(726)을 출력한다. 예를 들면, BIT4가 어서트(assert)될 수 있다(혹은 BIT2가 나게이트(negate)될 수 있다). 어서트된 BIT4를 수신하면, 소프트 개시 컴포넌트(도시하지 않음)는, 그 전류 스위치들 중 하나, 예를 들면 SW4를 ON 상태로 스위칭하여, 전류가 그 전류 스위치를 통해 흐를 수 있게 해주어서 충전 전류를 증가시킬 수 있다. 나게이트된 BIT2는 SW2로 하여금 OFF 상태로 스위칭하게 하고 이를 통해 흐르는 전류를 차단하도록 할 수 있어서, 얼마간의 전류를 감소시킬 수 있다(즉, UP 카운트에 따라 전류 감소를 행할 수 있음). 마찬가지로, DN 신호에 응답하여, 카운터(724)는 (그 하한에 도달하지 않은 경우) 하나 이상의 스텝을 카운트 다운할 수 있으며, 충전 전류를 감소시키도록 소프트 개시 컴포넌트에게 하나 이상의 전류 스위치를 OFF시킬 것을 명령하는 제어 비트들(726)을 출력할 수 있다. 첫 번째 예로 돌아가면, 카운터(724)가 그 상한에 이미 도달한 경우, 카운터(724)는 UP 신호에 응답하여 동일한 제어 비트들(726)을 출력할 수 있다. 제어 비트들(726)은, 카운터(724)가 비교기(722)로부터 DN 신호를 수신할 때까지 변경되지 않을 수 있다. 일부

실시예들에서, 카운터(724)의 상한 및/또는 하한은, 전류 제한, 예를 들면 전류 제한 제어기(618)에 의해 검출되는 전류 제한에 의해 결정되거나 혹은 이와 관련되어 있을 수 있다.

[0055] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 패스 소자(802)의 회로 상세를 포함하는, 충전 전력 제어 스킴(800)을 나타낸 도면이다. 이 실시예는 온도 센서(612), 소프트 개시 제어기(614), 소프트 개시 컴포넌트(616), 전류 제한 제어기(618), 전류 제한 검출기(620)(여기서는 전류 제한 제어기(618)와는 개별적으로 묘사되어 있음), 전류 제한 변환기(630), 패스 소자(802), 전하 축적 디바이스(506), 및 시스템 부하(512)를 포함한다. 패스 소자(802)는 전류 스위치들 T10 및 T11, 연산 증폭기(804), 및 저항  $R_s$ 를 포함한다. 온도 센서(612), 소프트 개시 제어기(614), 소프트 개시 컴포넌트(616), 전류 제한 제어기(618), 전류 제한 검출기(620), 전류 제한 변환기(630), 전하 축적 디바이스(506), 및 시스템 부하(512)는 각각 도 5-7의 각자의 대응 엘리먼트와 거의 유사할 수 있다.

[0056] 이 실시예에서, 전류 스위치 T10은 큰 스케일의 트랜지스터이며, 전류 스위치 T11은 작은 스케일의 트랜지스터이다. T10은 1X로 스케일되며, T11은 0.002X로 스케일된다. 사이즈 매칭은, 트랜지스터 스케일링(즉, 디바이스 치수를 감소시키는 것) 등을 위해 트랜지스터 기준을 매칭시키는 데에 중요할 수 있다. 특정 스케일(즉, 사이즈)의 트랜지스터들이 일반적으로 IC 다이(예를 들면, 도 4의 IC 다이(400)) 상의 동일한 영역 내에 배치된다. 트랜지스터들 T10, T11은 서로, 그리고 전류 제한 제어기(618)에, 그리고 전류 제한 변환기(630)를 통하여 소프트 개시 컴포넌트(616)에 동작가능하게 연결된다. 트랜지스터들 T10 및 T11은, 턴 온 및 오프되고, 소프트 개시 컴포넌트(616)에 포함되는 전류 스위치들(도시하지 않음)이 턴 온 및 오프되게 하도록 동작한다. T10의 소스는 연산 증폭기(804)의 반전 입력에 동작가능하게 연결된다. T11의 소스는 연산 증폭기(804)의 비반전 입력에 동작가능하게 연결된다.

[0057] 작은 스케일의 트랜지스터 T11은, 턴 온될 때, 작은 스케일의 전류 I를 연산 증폭기(804)의 비반전 입력에 출력하도록 동작한다. 큰 스케일의 트랜지스터 T10은, 턴 온될 때, 큰 스케일의 전류  $I_{out}$ 을 연산 증폭기(804)의 반전 입력에 출력하도록 동작한다. 전류들은, T10 및 T11의 사이즈 비율에 의해 결정되는, 이를 간의 실질적으로 고정된 비율을 갖는다. 도시된 실시예에서는, 그 사이즈 비율은  $500(1/0.002 = 500)$ 이다. 이에 따라, T10은 T11에 대한 전류 미리이며, 작은 스케일의 전류를 500배만큼 증가시킨다.

[0058] 도시된 실시예에서,  $R_s$ 는, 연산 증폭기(804)의 반전 입력 및 비반전 입력 사이에 접속되어 있다. 도시된 바와 같이, 연산 증폭기(804)는 그 비반전 입력에서 I를 수신하며, 그 반전 입력에서  $I_{out}$ 을 수신한다. 연산 증폭기(804)에 대한 차동 입력 전압은 이에 따라  $R_s \times (I - I_{lim})$ 이다. 연산 증폭기(804)는, 차동 입력 전압에 응답하여 전류를 출력하도록 동작한다. 이러한 출력 전류는 T10 및 T11의 각각의 게이트들에 피드백된다. 도 2를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 일반적으로, 패스 소자는 제어형 가변 저항 디바이스이다. 이는 증폭된 오차 신호에 의해 구동될 수 있으며, 출력 전류가 낮아질 때 그 저항이 증가하고 출력 전류가 상승될 때 그 저항이 감소하도록 동작할 수 있다. 도 8로부터 알 수 있는 바와 같이, 오차 신호는 전류 I 및  $I_{out}$  사이의 차이일 수 있다. 이러한 오차 신호의 증폭은, 연산 증폭기(804)의 이득만을 통해, 혹은 T10 및 T11의 사이즈 비율과 결합하여 수행될 수 있다. 출력 전류가 상승될지 혹은 낮아질지 여부는, 전류 제한 변환기(630)에 흐르는 전류 제한  $I_{lim}$ 과 작은 스케일의 전류 I간의 관계에 달려 있다.

[0059] 요약하면, 작은 스케일의 전류 I가 전류 제한  $I_{lim}$ 보다 클 경우, 연산 증폭기(804)는, I가 실질적으로  $I_{lim}$ 과 동일하게 될 때까지 전류를 감소시키려고 한다. 이 감소는 작은 스케일의 트랜지스터 T11을 턴 오프함으로써 달성될 수 있다. I가  $I_{lim}$ 보다 작은 경우, 연산 증폭기(804)는 실질적으로 I를  $I_{lim}$  이하로 유지한다. 이러한 유지는, 트랜지스터들 T10 및 T11 양쪽 모두를 턴 온하여서 더 높은 전류를 발생시킴으로써 달성될 수 있다.

[0060] 보다 구체적으로는, 작은 스케일의 전류 I가 전류 제한  $I_{lim}$ 보다 클 경우, 전류 밸런스(즉,  $I - I_{lim}$ )가  $R_s$ 를 통하여 흐른다. 연산 증폭기로의 차동 입력 전압은  $(I - I_{lim}) \times R_s$ 로 되며, 이는 연산 증폭기(804)가 I가 실질적으로  $I_{lim}$ 이 될 때까지 전류를 감소시키도록 유발한다. 이에 따라, 연산 증폭기(804)로부터의 출력 전류는, 트랜지스터 T11이 턴 오프되게 하고, 이에 따라 T11로부터의 전류 출력을 감소시킨다. 이러한 감소는, 적어도 부분적으로 연산 증폭기(804)의 이득에 따라 점차적으로 발생하거나 혹은 급속하게 발생할 수 있다. 일부 실시예들에서, 더욱 급속한 턴 오프가 이로울 수 있다.

- [0061] I가  $I_{LIM}$  미만인 경우, 연산 증폭기(804)로부터의 출력 전류는 T10 및 T11이 턴 온되게 하여서 낮은 저항을 나타내게 되고 그 후 I를 증가시킬 수 있다. 이는, I가 실질적으로  $I_{LIM}$  이하로 유지되게 할 수 있다.  $I_{OUT}$ 의 값은, 예를 들면  $500 \times I$ 일 수 있다. 네트 효과는, 충전 전력 제어 스킴(800)이, 전류가  $I_{LIM}$ 으로 감소한 후 실질적으로  $I_{LIM}$  이하로 유지되도록 조절한다는 점이다.
- [0062] 저항  $R_s$ 는 전류를 전압으로 변환하도록 적응된 전류 감지 저항일 수 있다. 일반적으로, 전류 감지 저항들은, 전력 소비를 최소화하도록 낮은 저항으로 설계된다. 캘리브레이팅된 저항은, 제어 회로(예를 들면 연산 증폭기(804))에 의해 검출 및 모니터링될 수 있는 전압 강하의 형태로 이를 통해 흐르는 전류를 감지한다.
- [0063] 본원에 개시된 실시예들에 대한 다양한 구성이 가능하다. 예를 들면, 전류 스위치들 T10, T11은, JFET, MOSFET, 혹은 이들의 임의의 조합 등의 트랜지스터들을 포함할 수 있다. 전류 스위치들은 또한 BJT들을 포함할 수 있는데, 이 경우 전술한 게이트 및 소스(N 채널 FET들에 대한 용어들임)는 베이스 및 이미터(NPN BJT들에 대한 용어들임)에 대응한다. 저항  $R_s$ 는 전류 감지 저항 이외의 저항을 포함할 수도 있지만, 일부 구성에서는 이는 최적의 성능에 못미칠 수 있다. 예를 들면, 전력 소비는 최적으로 최소화되는 것에 못미칠 수 있으며, 더 많은 컴포넌트들이 사용될 필요가 있는 등이 발생할 수 있다.
- [0064] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 개시 컴포넌트(616) 및 패스 소자(802)의 회로 상세를 포함하는, 도 8의 충전 전력 제어 스킴을 나타낸 도면이다. 이 실시예는, 온도 센서(612), 소프트 개시 제어기(614), 전류 제한 제어기(618), 전류 제한 검출기(620), 소프트 개시 컴포넌트(616), 전류 컨버터(630), 및 패스 소자(802)를 포함한다.
- [0065] 이 실시예에서, 소프트 개시 컴포넌트(616)는, 소프트 개시의 충분적 전류 스텝들을 제어하기 위한 스위치들 SW1-SW5, 연산 증폭기(902), 전류 스위치들 T1-T9, 및 소프트 개시 저항  $R_{SS}$ 를 포함한다. 전류 스위치들 T1-T9는 트랜지스터들일 수 있다. 연산 증폭기(902)는 그 입력들 중 하나에서 전류 제한 검출기(620)에 결합되며 그 입력들 중 다른 하나에서 단자 C에 결합된다. 연산 증폭기(902)는, 전류 제한 검출기(620)에 의해 검출되는 전류 제한을 수신하고, 수신된 전류 제한과, 전류들 I1-I5의 합인 소프트 개시 전류  $I_{SS}$ 를 비교하도록 동작한다. 소프트 개시 전류는 또한, 예를 들어, 전류 미려들의 사이즈 비율에 따라 달라지는 팩터에 의한 출력 전류  $I_{OUT}$ 과 관련되어 있다.
- [0066] 소프트 개시 컴포넌트(616)는, 로직 회로(624)(소프트 개시 제어(614) 내에 포함됨)로부터 출력된 제어 신호(626)를 수신하고 이에 응답하여 스위치들 SW1-SW5 중 하나 이상의 상태(ON/OFF)를 변경하도록 동작한다. 동작 시, 예를 들면, 전류 스위치 T1만이 턴 온되는 경우(즉, T2-T5는 턴 오프됨), 전류 I1은 전류 스위치들 T6 및 T7의 게이트들에 흐를 것이다. 이로 인해 전류 스위치들 T6 및/또는 T7이 턴 온될 수 있으며, 이로 인해 전류가 소프트 개시 제어기(614)로 흐를 수 있게 될 수 있다. 전류 스위치 T7은, 전류 스위치들 T8 및 T9의 게이트들에 동작가능하게 결합되어 있다. 전류 스위치 T7로부터 흐르는 전류는 전류 스위치들 T8 및/또는 T9를 턴 온시킬 수 있다. 그 후, 전류는 전류 제한 변환기(630)를 통해 전류 스위치 T9로부터 패스 소자(802)로 흐를 수 있다.
- [0067] 전류 스위치들 T1-T5는 스케일링될 수 있다. 일 실시예에서, T1은 1X 스케일링될 수 있으며, T2는 2X 스케일링될 수 있으며, T3은 4X 스케일링될 수 있으며, T4는 8X 스케일링될 수 있으며, T5는 16X 스케일링될 수 있다. 이 실시예에서, 분해능을 증가시키기 위해서, 제어 신호(626)는 다섯 개의 제어 비트들 BIT0-BIT4를 포함하며, 제어 비트 각각은 스위치들 SW1-SW5 중 하나를 제어한다. 일반적으로, 제어 신호(626) 내에 포함되는 제어 비트들의 수가 증가함에 따라, 패스 소자(802)로부터 출력되는 충전 전류  $I_{OUT}$ 의 충분적 스텝들에서 달성가능한 분해능도 또한 증가된다. 제어 신호(626)가 (최상위 비트부터 최하위 비트까지) 00001인 경우, 즉 BIT0가 하이인 경우, 전류 I1은, SW1이 턴 온될 때 트랜지스터들 T6 및 T7의 게이트들에 흐를 것이다. 대신에, 제어 신호(626)가 10000인 경우, 전류 I5는 소프트 개시 제어기(614) 및 트랜지스터들 T6 및 T7의 소스들에 흐를 것이다. 이 예에서, 다섯 개의 제어 비트들을 이용하여, I5는, T5 및 T1의 사이즈 비율에 기초하여, I1의  $32^5 = 32$ 로 될 수 있다. 다른 실시예에서, 전류 스위치들 T1-T5는 서로 다르게, 예를 들면 대수적, 지수적 등으로 스케일링될 수 있다. 그 후 전류들 I1-I5의 레벨은 마찬가지로 대수적, 지수적 등으로 관련될 수 있다. 전류 스위치들 T1-T5, 스위치들 SW1-SW5, 혹은 이들 양쪽 모두의 그 밖의 조합이 가능하다.
- [0068] 도시된 실시예에서, 전류 스위치들 T6 및 T7은 하나의 전류 미리를 형성하며, 전류 스위치들 T8 및 T9가 다른

전류 미러를 형성한다. 이 실시예에서, 소프트 개시 저항  $R_{SS}$ 를 통해 흐르는 소프트 개시 전류  $I_{SS}$ 는 설계에 따라 작아질 필요가 있을 수 있다. 다수의 전류 미러들을 포함함으로써, 마침내  $I_{OUT}$ 으로서 출력되는 전류는 연속적으로 증가될 수 있다. 예를 들면, 전류 스위치들 T8 및 T9의 스케일들 간의 사이즈 비율은, T6 및 T7의 사이즈 비율보다 클 수 있다. 전류 미러들 간의 사이즈 비율들의 연속적인 증가는, 선형적, 대수적, 지수적이거나, 혹은 그 밖의 다른 임의의 관계를 가질 수 있다.

[0069] 이에 따라, 충전 전류는 소프트 개시 제어기(614) 및 소프트 개시 컴포넌트(616)에 의해 제어되어서 전류 제한 까지 충분한 스텝들로 증가된다. 충전 전류는 또한, 전류 제한을 초과하지 않도록 전류 제한 제어기(618)에 의해 제어된다. 전류 제한은 전류 제한 검출기(620)에 의해 검출되며, 패스 소자(802)에서 소비되는 전력의 미리 결정된 전력 제한 값과 연관되어 있다. 집합적으로, 충전 전력 제어 스킴(900)의 엘리먼트들은 전력 및 이에 따라 패스 소자(802)에서 흐르는 전류를 제어하도록 협업하여서, 전하 축적 디바이스, 시스템 부하, 혹은 이들 양쪽 모두(도시하지 않음)에 흐르는 충전 전류  $I_{OUT}$ 을 조절한다.

[0070] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 충전 전력 제어 스킴(1000)의 블럭도이다. 이 스킴(1000)은 전원(504), 온도 센서(612), 충전 전력 제어 디바이스(1002), 전하 축적 디바이스(506), 및 시스템 부하(512)를 포함한다. 이 실시예에서, 충전 전력 제어 디바이스(1002)는, 아날로그 대 디지털 변환기(A/D)(1004), 마이크로 컨트롤러(1006), 및 디지털 대 아날로그 변환기(D/A)(1010)의 결합으로 구현되는 전력 루프 제어 회로(1008)를 포함한다. 마이크로컨트롤러(1006)는 임의의 유형의 프로세서일 수 있다. 마이크로컨트롤러(1006)는 제어 신호(626)(예를 들면, 제어 비트들(626))를 D/A(1010)에 출력하도록 동작한다. 제어 신호(626)는, 소프트 개시 컴포넌트 스위치들(예를 들면, 도 9의 SW1-SW5)과, 충전 전력 제어 스킴 내의 다른 곳에 포함되는 전류 스위치들(예를 들면, T1-T11)의 상태를 변경하여 패스 소자(101)에 흐르는 전류를 제어하도록 작용한다.

[0071] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 조절되는, 패스 소자를 통해 흐르는 충전 전류 레벨  $I_{OUT}$ 을 나타낸 도면이다. 단자 B에서의 전압은 온도 센서에서의 전압일 수 있으며, 도 7에 도시된 바와 같이 비교기(722)의 입력 OTC에 인가된다.

[0072] 충전 전력 제어 디바이스 등의, 충전 전력 제어 스킴의 하나 이상의 엘리먼트는 다수의 방식으로 구현될 수 있다. 구현에서는 개별 부품들을 이용하거나, 혹은 바람직게는, IC 내에 구현되거나 혹은 IC 내의 기능 블럭으로서 구현될 수 있다. 이러한 IC는 또한 모바일 디바이스에서의 사용에 적응될 수 있다. 모바일 디바이스들의 예들에는 랩톱, 셀 폰, 디지털 카메라, PDA(personal digital assistant), 게임 보이(game boys), 그 밖의 다른 배터리 동작 장난감 등이 포함된다.

[0073] 요약하면, 본 발명에 대해 그 미리 결정된 바람직한 실시예들을 참조하여 상당히 상세하게 기술하였지만, 다른 실시예들도 또한 가능하다. 따라서, 첨부된 특허청구범위의 정신 및 범주는 본원에 포함되는 바람직한 실시예들의 설명에 제한되어서는 않된다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 본 명세서 내에 포함되며 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부된 도면들은 본 발명의 각종 양태들을 예시하며, 본 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 기능을 한다. 편의를 위해, 도면 전체를 통해 동일한 참조 부호들은 동일하거나 유사한 구성요소를 칭하는데에 이용될 것이다.

[0019] 도 1은 원하는 전류 제한에 대한 이상적인 충전 전류를 나타낸 도면.

[0020] 도 2는 종래의 충전 전력 제어 스킴의 블럭도.

[0021] 도 3A는 일단 충전이 시작된 후의 패스 소자 및 그 주변 컴포넌트들의 시간 경과에 따른 통상의 온도 움직임을 나타낸 도면.

[0022] 도 3B 및 3C는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 디지털 및 아날로그 소프트 개시 움직임을 각각 나타낸 도면.

[0023] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 집적 칩(IC) 다이 상의 충전 전력 제어 디바이스의 구조도.

[0024] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 전력 제어 스킴의 블럭도.

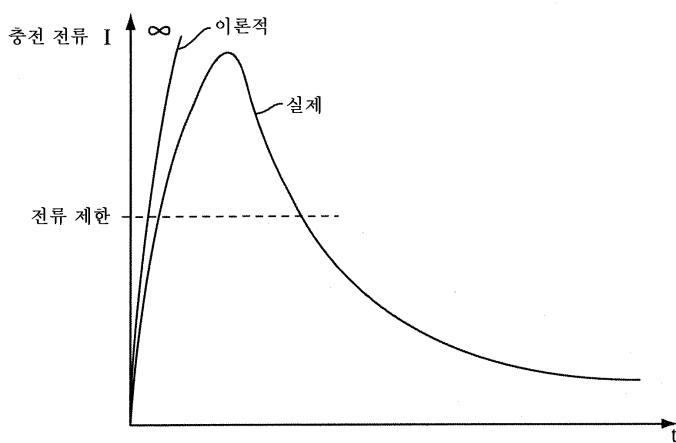
[0025] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 충전 전력 제어 스킴의 블럭도.

- [0026] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 센서 및 소프트 개시 제어기의 회로 상세를 나타낸 도면.
- [0027] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 패스 소자의 회로 상세를 포함하는 충전 전력 제어 스킴을 나타낸 도면.
- [0028] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 개시 컴포넌트 및 패스 소자의 회로 상세를 포함하는, 도 8의 충전 전력 제어 스ქ임을 나타낸 도면.
- [0029] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 충전 전력 제어 스ქ임의 블럭도.
- [0030] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 조절된, 패스 소자를 통과하는 충전 전류 레벨을 나타낸 도면.

## 도면

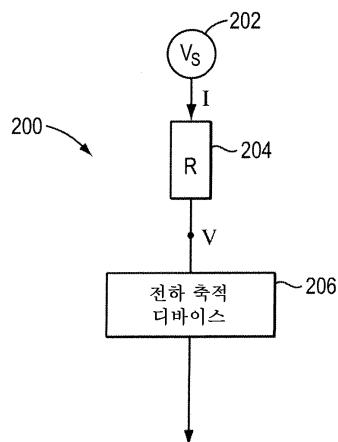
### 도면1

(종래 기술)



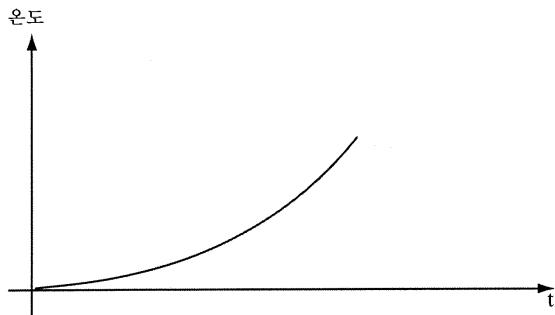
### 도면2

(종래 기술)

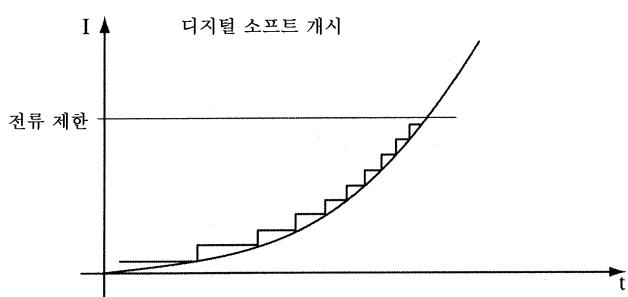


도면3A

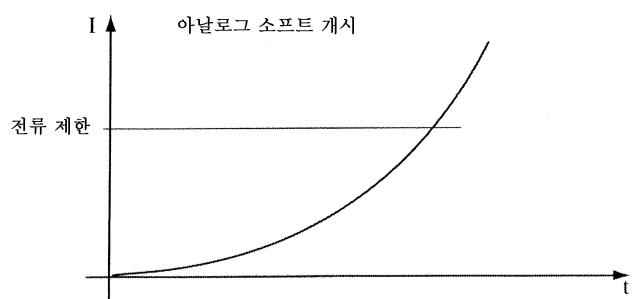
(종래 기술)



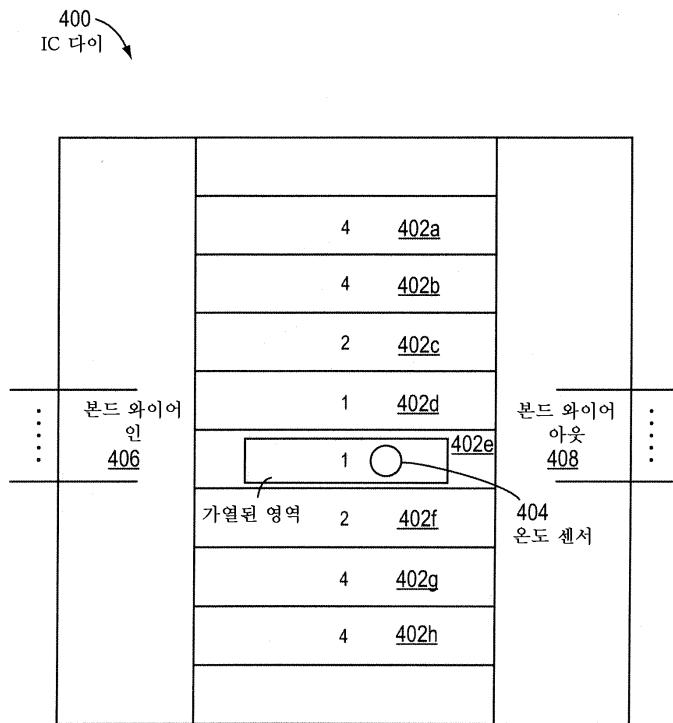
도면3B



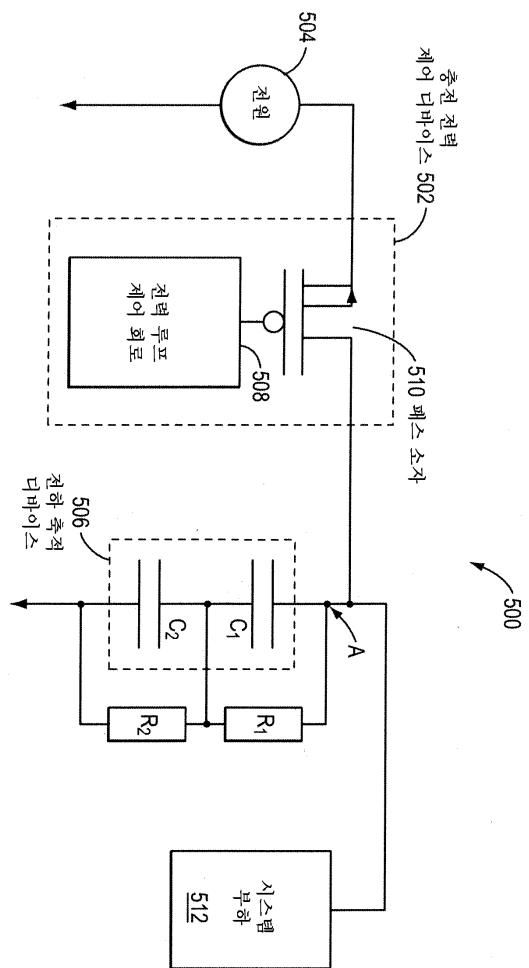
도면3C



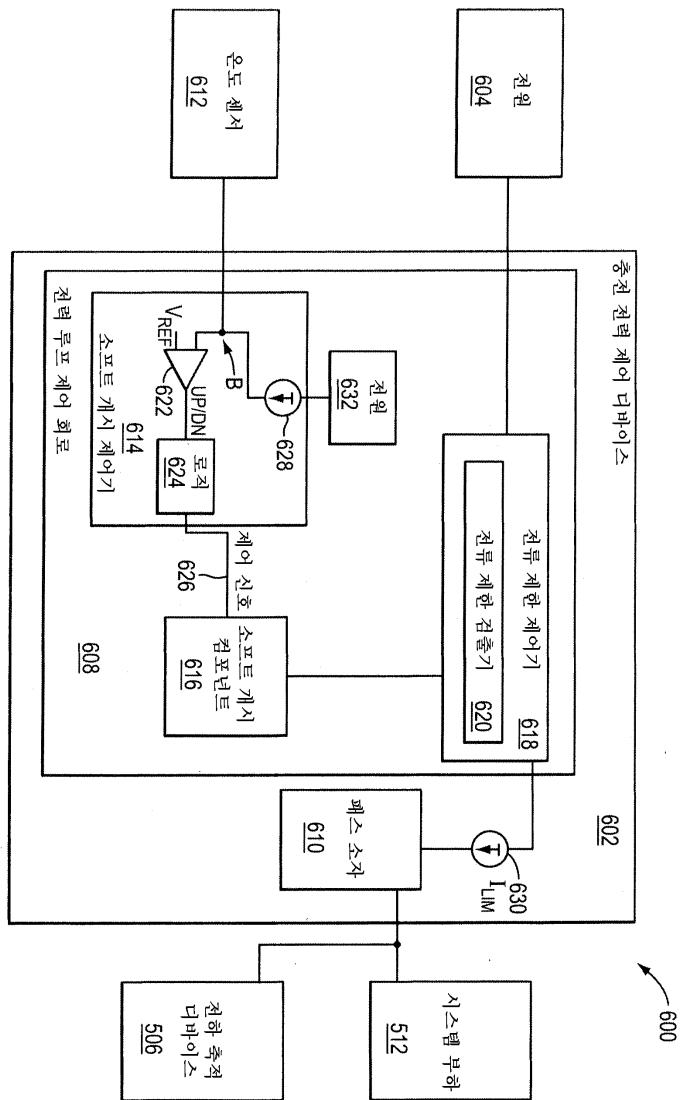
## 도면4



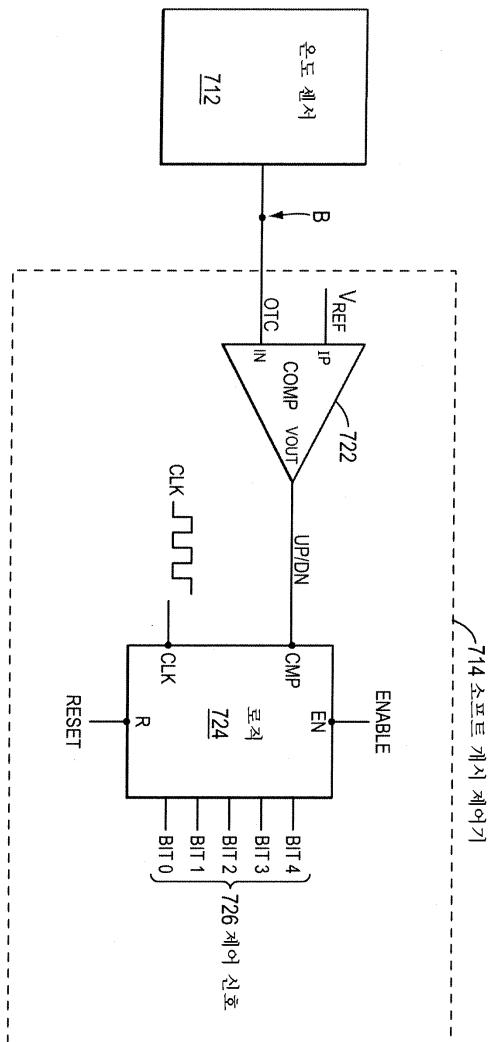
도면5



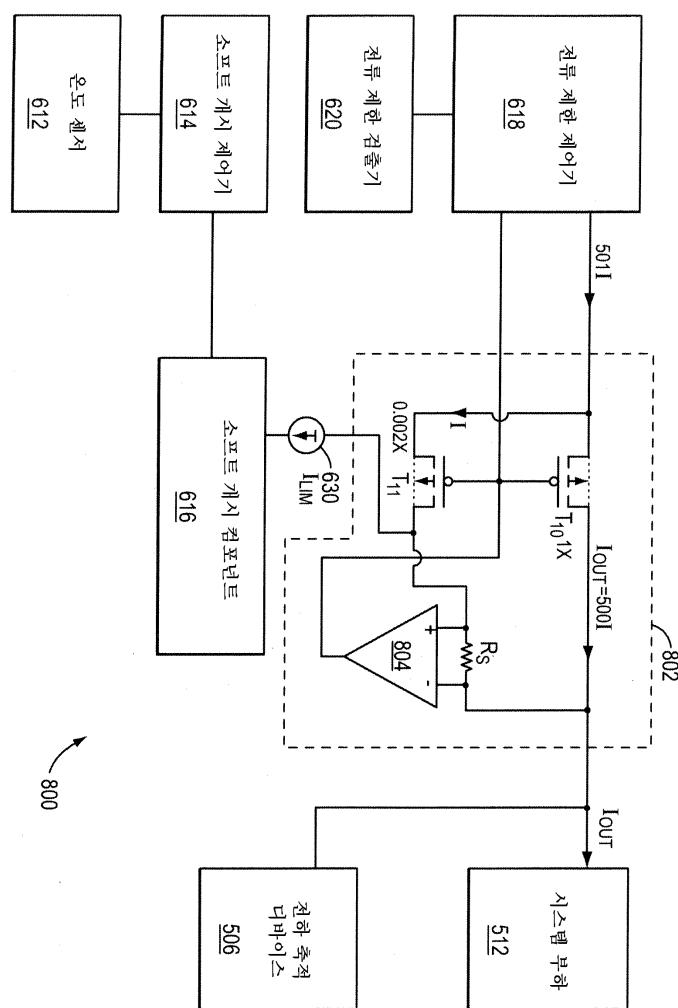
도면6



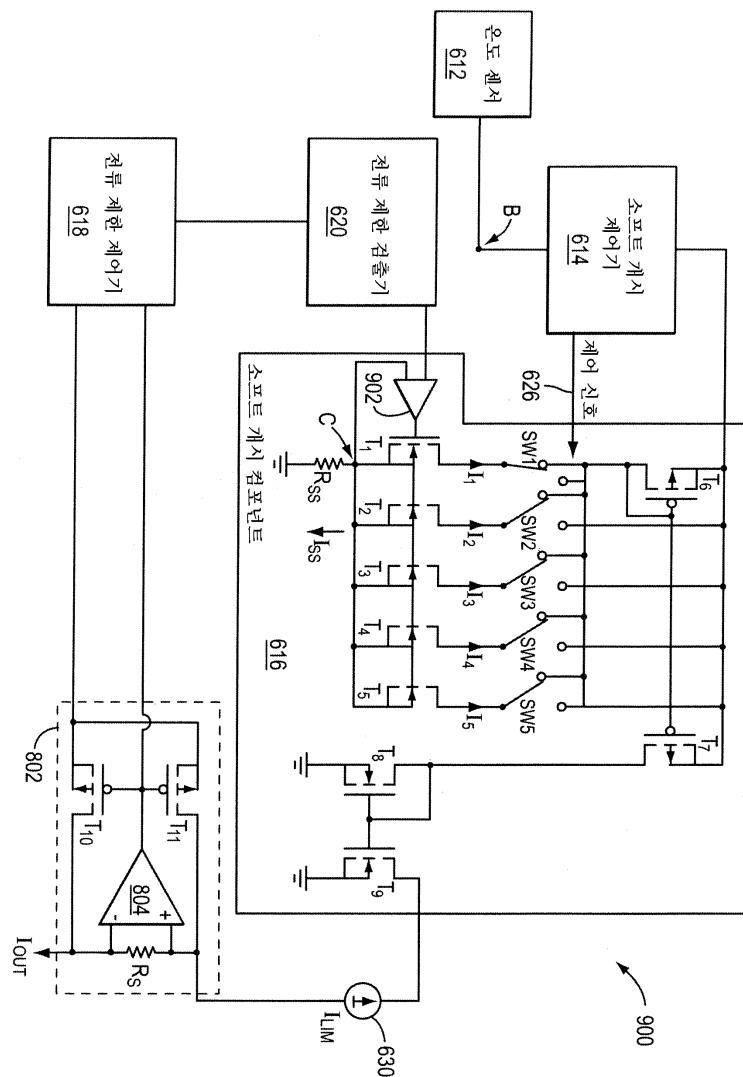
## 도면7



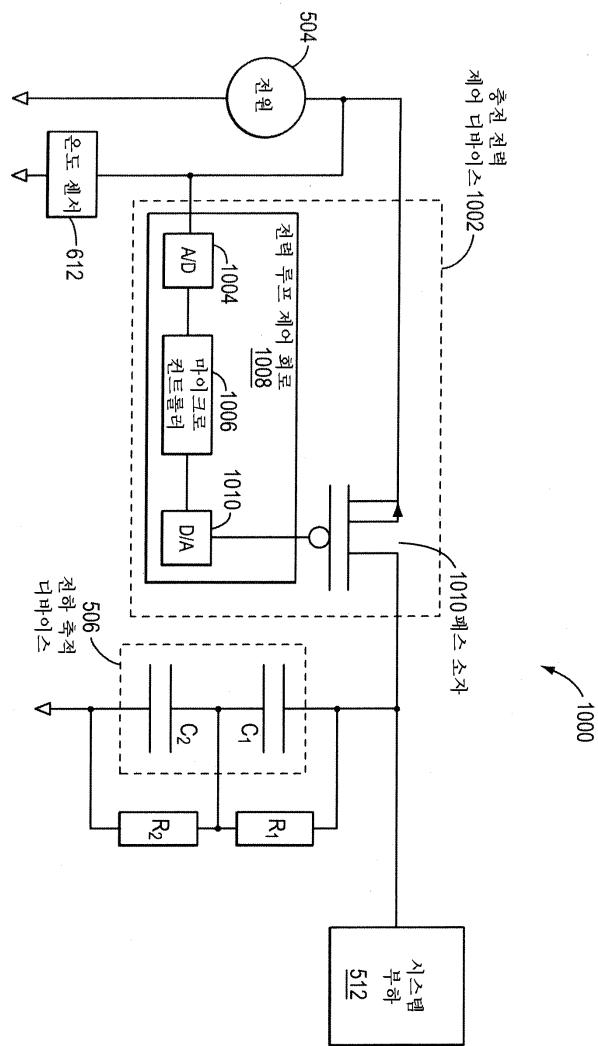
도면8



도면9



도면10



도면11

